

DRILL COVERED WITH CARBON FILM AND MANUFACTURE THEREOF

Patent number: JP7088713 (A)
 Publication date: 1995-04-04
 Inventor(s): KAMEOKA SEIJI, IKEDA TSUTOMU +
 Applicant(s): KOBE STEEL LTD +
 Classification:
 - international: B23B51/00; B23B51/00; (IPC1-7): B23B51/00
 - european:
 Application number: JP19930236577 19930922
 Priority number(s): JP19930236577 19930922

Abstract of JP 7088713 (A)

PURPOSE To improve breaking resistance and obtain high cutting performance over a long period of time by covering at least the tip part surface of a drill with a hard carbon film, and making material, containing an VIII-group element exist in the film state or insular state at least at a part of the surface of a cutting edge forming area. **CONSTITUTION** In a drill covered with a hard carbon film formed of diamond, amorphous carbon, or the like, material containing a certain specific element is made exist in the film state or insular state on the whole surface or at least a part of the cutting groove surface of a cutting edge forming area between a position corresponding to the shaft diameter length measured from the tip of the drill and a position corresponding to the half of the drill cutting edge length measured from the above-mentioned position. The affinity between aluminum and copper, for instance, among numerous metals contained in material to be cut is thereby reduced, and the breaking caused by the clogging of chips is improved. The specific element is an element belonging to an VIII-group in a periodic table, and the one represented by iron, nickel and cobalt is used. As occasion calls, a carbon film is provided at the upper layer of the VIII-group element.

Data supplied from the espacenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-88713

(43) 公開日 平成7年(1995)4月4日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

片内整理番号

F I

技術表示箇所

B 2 3 B 51/00

J

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

| | | | |
|-----------|-----------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平5-236577 | (71) 出願人 | 000001199 株式会社神戸製鋼所 兵庫県神戸市中央区臨浜町1丁目3番18号 |
| (22) 出願日 | 平成5年(1993)9月22日 | (72) 発明者 | 亀岡 誠司 兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地 1 株式会社神戸製鋼所明石工場内 |
| | | (72) 発明者 | 池田 孜 兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179番地 1 株式会社神戸製鋼所明石工場内 |
| | | (74) 代理人 | 弁理士 植木 久一 |

(54) 【発明の名称】 炭素膜被覆ドリル及びその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 炭素膜を被覆したドリル、特に超硬合金系ドリルやセラミックス系ドリルにおける耐折損性の低さを改善する。

【構成】 炭素膜被覆ドリルを刃先部を除く位置（軸径長さに相当する位置）より根元側の全表面または一部表面にFe、Co、Niのいずれか一種以上を含む物質を膜状あるいは島状に存在せしめる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくともドリル先端部表面に硬質炭素膜を被覆してなるドリルにおいて、該ドリル最先端から測って軸径長さに相当する位置と、該位置から測ってドリル刃長の1/2長さに相当する位置との間の刃形成領域の表面の全部または少なくとも切溝表面の一部に、VIII族元素を含有する物質が膜状あるいは島状に存在することを特徴とするドリル。

【請求項2】 ドリル先端部表面に硬質炭素膜を被覆してなるドリルにおいて、該ドリル最先端から測って軸径長さに相当する位置と、該位置から測ってドリル刃長の1/2長さに相当する位置との間の刃形成領域の表面に被覆されている前記炭素膜の下層の全部または少なくとも切溝表面の一部に、VIII族元素を含有する物質が膜状あるいは島状に存在することを特徴とするドリル。

【請求項3】 VIII族元素を含有する超硬合金からなりかつ少なくともドリル先端部表面に硬質炭素膜を被覆してなるドリルの刃形成部を熱処理することにより、該ドリル最先端から測って軸径長さに相当する位置と、該位置から測ってドリル刃長の1/2長さに相当する位置との間の刃形成領域の表面の全部または少なくとも切溝表面の一部に、VIII族元素を含有する物質を膜状あるいは島状に存在させることを特徴とする請求項1または2に記載のドリルの製造方法。

【請求項4】 請求項3における熱処理方法が、少なくともH、N、F、C及び希ガスの少なくとも1種類の元素を含む物質を励起したプラズマ中で被曝によって800℃以上に加熱することであるドリルの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はダイヤモンドや非晶炭素等の硬質炭素膜を被覆したドリル並びにその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 穴開け加工用ドリルとしては、従来から超硬合金や各種セラミックスを母材としたドリル、あるいはそれらの作用部にTiNやTiC等の高硬度セラミックス膜を被覆したドリル等が実用化されている。しかしながら、近年切削加工の分野では被削材の高硬度化、難削性の傾向が急速に高まっており、これら従来の工具では対応することが困難な状況にいつつつある。例えば、電子集積回路積層基板（プリント基板）の加工分野では、プリント基板の多層化や基板の強度増大、例えば、種々のガラス繊維による樹脂強化がもたらす難削化が進んでおり、これらの状況に対応し得る耐摩耗性、耐折損性に優れた小径ドリル（ミニチュアドリル）が切に望まれている。そこで穴開け加工用の切削条件を工夫したり、ミニチュアドリルの一般的な母材である超硬合金の組成を調整するといった対策がとられているが、これらの手段によっても満足する寿命は達成されていないの

が現状である。

【0003】 これらの問題を解決する手段の一つとして、ドリル表面にTiNやTiCに優る硬質炭素膜を被覆することが検討されている。中でも、ダイヤモンドを代表とする硬質炭素膜気相合成の研究、並びにその切削工具や耐摩耗部材等への応用開発は近年特に活発化している。これは、ダイヤモンドがTiN等の従来の化合物系硬質膜と比較して高硬度、高熱伝導率を有し、切削時の耐摩耗性と放熱性に優れた特性を示すことによるものであって、従来の硬質炭素膜被覆工具では遂行・達成できなかった様な難削材加工、高速加工並びに精密加工を可能にすることができる技術として注目されている。しかしながら、これまでに開発されている技術を用いて作製された硬質炭素膜被覆ドリルには、以下の如き技術的課題が残されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ドリルの表面にダイヤモンド等の硬質炭素膜を被覆することによって耐摩耗性を著しく向上せよとする試みは、例えば特公昭61-50724号公報、特開昭61-146410号公報、特開平2-48106号公報あるいは特開平4-210315号公報等による技術が開発されている。これらに開示されている技術は一応の目的を達成しているが、ドリルの折損については、なお重大な技術的課題を残している。特に、ドリル径が1mm以下のミニチュアドリルの場合には折損の問題が顕著である。例えば特開平4-13506号公報等で記載されている如く、靱性のないセラムックスを母材に用いた場合は耐折損性がより低下するのは勿論のこと、特開平4-275812号公報に記載されている如く、被覆部位を刃先に限定する等の手段を用いた場合でも耐折損性を改善するには至らない。そこで本発明はダイヤモンド等の硬質炭素膜による優れた耐摩耗性が発揮される以前の問題として、ドリルの折損防止という技術的課題を設定してなされたものであって、硬質炭素膜被覆ドリルの耐折損性を著しく改善し、長期に亘り優れた切削性を維持し得るドリルを提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成し得た本発明の炭素膜被覆ドリルとは、少なくともドリル先端部表面に炭素膜を被覆してなるドリルにおいて、ドリル最先端から測って軸径長さに相当する位置と、該位置から測ってドリル刃長の1/2長さに相当する位置との間の刃形成領域の表面の全部または少なくとも切溝表面の一部に、VIII族元素を含有する物質が膜状あるいは島状に存在することに要旨を有するものである。ここで軸径とは、切削を構成する部分の軸の径であり、チャッキングされる部分の軸の径でないことは言うまでもない。この場合、膜状あるいは島状に存在するVIII族元素の上層に更に炭素膜が存在しても構わない。即ち、本発明のドリルの

形態としては、ドリル最先端から測って軸径長さに相当する位置と、該位置から測ってドリル刃長の1/2長さに相当する位置との間の刃形成領域の表面に被覆された炭素膜の下層の全部または少なくとも切溝表面の一部にVIII族元素を含有する物質が膜状あるいは島状に存在するものが示される。尚VIII族元素含有物質の膜状あるいは島状形成部の下層側に炭素膜が存在しないもの、更には下層側・上層側のいずれにも炭素膜が存在しないものも本発明に含まれる。

【0006】そして、このような形態を実現するための具体的手段の一例としては、VIII族元素を含有する超硬合金からなり、且つ少なくともドリル先端部表面に硬質炭素膜を被覆してなるドリルの刃形成部を熱処理することにより、ドリル最先端から測って軸径長さに相当する位置と、該位置から測ってドリル刃長の1/2長さに相当する位置との間の刃形成領域の表面の全部または切溝表面の一部にVIII族元素を含有する物質を膜状あるいは島状に存在させることが挙げられ、この熱処理方法としては、少なくともH、N、F、C及び希ガスの少なくとも1種類の元素を含む物質を励起したプラズマ中での被曝によって800℃以上に加熱することであることが望ましい。

【0007】

【作用】本発明者らは、種々の被削材を用いて硬質炭素膜被覆ドリルの折損原因について検討した結果、ドリルの折損の主たる原因は被削材の切り屑排出性の低下にあり、更に金属を含む被削材を切削した場合にはとりわけ折損が顕著になることが判明した。例えば硬質炭素膜被覆したミニチュアドリルを用いてプリント基板の穴開け加工を行なう場合でも、折損の原因は、ガラス繊維の切り屑の排出性の低さにあるというよりも、多くの場合、基板を構成する銅やエントリボードとしてしばしば用いられているアルミニウム等の金属の切り屑の排出性の低下が大きな要因となっていることを見いだした。これを被覆工場の場合について説明すれば、切削の鋭利性が硬質炭素膜の存在によって低下し金属の切り屑がしばしば連続的につながって溝部に巻き込まれる状態になると、この巻き込まれた金属の切溝中での滑り、即ち、切り溝表面に存在する物質との親和性の大小が切り屑詰まりの発生に大きく影響しているものと推察される。

【0008】そこで本発明者らは、これらの知見に基づきさらに検討を重ねた結果、ドリル最先端から測って軸径長さに相当する位置と、該位置から測ってドリル刃長の1/2長さに相当する位置との間の刃形成領域の表面の全部または少なくとも切溝表面の一部に、ある特定の元素を含有する物質を膜状あるいは島状に存在させたと、被削材に含まれる多くの金属、例えば前記アルミニウムや銅との親和性が減少し、従って切り屑の詰まりによる折損も大幅に改善されることを見いだした。これ

ら特定の元素とは周期律表でVIII族に属する元素であり、鉄、ニッケル、コバルトに代表される。これらの元素はいかなる状態に存在しても本発明の効果達成に寄与し、単体はもちろん、一部あるいはその全部が化合物や固溶体を構成したものであっても構わない。また、これらの元素は少なくともその1種類が含有されておれば良く、勿論、複数の元素を含有することも可能である。この場合、膜状あるいは島状に存在するVIII族元素の上層に炭素膜が存在しても本発明の効果は同様を得られる。これは、VIII族元素の上に炭素膜を被覆した場合には、通常、十分な付着力が得られず、切削中に剝離除去されるためである。また、本発明において、VIII族元素を含有する物質の存在領域をドリル最先端から測って軸径長さに相当する位置と、該位置から測ってドリル刃長の1/2長さに相当する位置との間の刃形成領域（以下本発明特定領域と言うことができる）に限定したのち、軸径長さに相当する位置よりドリル最先端側にVIII族元素が存在すると、硬質炭素膜被覆を形成する時にVIII族元素の蒸気が発生し切れ部に被覆される膜密着性が蒸気によって阻害されることがあるためであり、刃長の1/2長さに相当する位置より下部のみにVIII族元素を含有する物質が存在しても十分な効果が得られないためである。尚、本発明の効果はVIII族元素を含有する物質の厚みによって特に左右されるものではないが、例えば薄すぎた場合には切削時に切り屑との擦過によって剝離し、効果の持続が短縮され、また厚すぎた場合には軸径が変化して加工精度に影響を及ぼすため、通常は0.1μmから20μm程度が適当であると言える。

【0009】このような本発明のドリルを製造するための具体的手段としては、種々の手段が挙げられる。例えば、VIII族元素を含有する超硬合金からなるドリルの刃形成部、特に好ましくは先端部のみを熱処理することにより、本発明特定領域の表面の全部または一部にVIII族元素を含有する物質を膜状あるいは島状に存在させることが挙げられる。このような熱処理を施すことによって、ドリル先端部表面に存在するVIII族元素、例えば一般的な超硬合金の場合にはコバルトやニッケルが蒸発し、前記本発明特定領域に再析出させることができる。この場合、この熱処理方法は、H、N、F、C及び希ガスの少なくとも1種類の元素を含む物質を励起したプラズマ中で被曝することによって800℃以上に加熱する工程を含むものであることが特に望ましい。これは、プラズマへの被曝がVIII族元素のエッチングに最も効果的であるだけでなく、プラズマ空間中へのドリルの配置を適切に選択することによって、ドリルの最先端部のみを集中的に熱処理することが可能となるからである。尚、適切な熱処理条件は母材成分、母材形状、プラズマ成分等によって異なるが、通常は800-1500℃で1時間以上の処理で十分である。またこの時、プラズマを励起する手段としては、RF、マイクロ波、EC

R, DCアーク, 熱フィラメント, バレス放電等が挙げられる。尚、本発明の実施態様はこのような超硬合金の熱処理法に限定されるものではない。例えば、ドリルの先端のみをマスキングした後、VIII族元素を含有する物質を通常のCVD, PVDあるいは種々の化学メッキ法によって本発明特定領域の表面の全部または一部にのみ膜状あるいは島状に存在させることもできる。この手法によれば、ドリルの母材材質は問わない。

【0010】このように、本発明のドリルを製造するためには種々の手法を用いることができるが、いずれの場合も、本発明特定領域の表面の全部または一部にVIII族元素を含有する物質を膜状あるいは島状に存在させた後にドリル先端部に硬質炭素膜を被覆することが望ましい。これは、通常の気相合成法で炭素膜を被覆した場合、本発明特定領域を含むドリル下部にも密着力の弱い炭素膜が被覆されることとなり、このような炭素膜が被覆された上に本発明に係る上記物質が存在することになる結果、使用条件によっては炭素膜の剝離とともにこれらの物質が除去され、本発明の効果が早期に消失する場合があるためである。但し、炭素膜被覆工程を、VIII族元素含有物質を膜状あるいは島状に存在させる工程よりも先に行なった場合でも、炭素膜を被覆する領域が軸先端部分に限定されているならば、本発明の効果を早期に消失させる恐れがないことは言うまでもない。

【0011】本発明に係る炭素膜を構成する粒子とは、通常の走査型電子顕微鏡、透過型電子顕微鏡、X線回折或は電子線回折等の機器分析手法で確認し得る粒子であり、その結晶構造はダイヤモンド構造を有するものである。しかしながら、本発明に係る炭素膜は実質的に該粒子のみから構成される必要はなく、非ダイヤモンド成分、即ち、非結晶性ダイヤモンドやグラファイトとの混合物、或は実質的に構成物質たり得ない他の微量添加金属成分等を含む構成となる場合も本発明に含まれる。これら炭素膜の被覆厚さは用途によって異なり、特に限定されるべきではないが、通常5〜30μm程度が適当である。また、被覆する炭素膜の形成方法についても特に限定するものではない。例えば、マイクロ波プラズマCVD法、熱フィラメント法、高周波プラズマCVD法、イオンビーム法等、公知のCVD, PVD法を適用する

ことができる。また、合成に用いる原料ガスとしては、メタン、エタン等の炭化水素系ガスの他、メタノール、エタノール等のアルコール系ガス、或は一酸化炭素等の酸化炭素系ガスを用いることができ、通常はこれら炭素含有ガスと水素との混合ガスを用いる。尚、本発明におけるドリルの大きさ、構造、構成、素材等は特に制限しないが、代表的なものとしてはミニチュアドリルが示され、また素材としては、超硬合金の他、各種セラミックスを用いることができる。

【0012】以下、本発明を実施例によって更に詳細に説明するが、下記実施例は本発明を限定する性質のものではなく、前・後記の趣旨に徹して設計変更することはいずれも本発明の技術範囲に含まれるものである。

【0013】

【実施例】

実施例1

K種超硬合金(バインダ成分: Co, TaC)を母材とするφ1.05mm、軸長7mmのミニチュアドリルと、窒化珪素を母材とする同一形状のミニチュアドリルを用い、表1に示す種々の前処理を施した後、炭素膜被覆ドリルを作製した。ここで、No.1とNo.4は超硬母材、No.2とNo.3は窒化珪素母材である。このとき、炭素膜の被覆はマイクロ波プラズマCVD法で励起したメタン-水素混合ガスをドリルの軸に接触させることにより行ない、メタン濃度、ガス圧力及び反応時間はそれぞれ2%, 30 Torr及び10時間とした。尚、いずれの場合も炭素膜被覆前にはダイヤモンド砥粒(平均粒径約0.5μm)を含むエタノール懸濁液中で超音波処理を施した。炭素膜被覆後のSEM並びにラマン分光分析の結果、いずれのドリルの場合も炭素膜は軸先端から約5mmの領域まで被覆されており、軸先端部の膜並びに軸先端部から2mm以下の部分の膜はそれぞれ非結晶性ダイヤモンドと結晶性ダイヤモンドの混合物並びにグラファイトと非結晶性ダイヤモンドの混合物から構成されていた。また、レーザーによる軸径測定の結果、被覆膜の膜厚は軸先端部で約11μmであった。

【0014】

【表1】

| No. | 前処理方法及び表面状態 |
|-----------|--|
| 1 (本発明例1) | 切刃部を水素プラズマ中で15分間熱処理(軸先端の温度約1200℃)。軸先端から約2~4mmの軸表面にCを主成分とし、一部Taを含む約2μmの膜が生成。4~6mmの軸表面にほぼ同一成分の島状物質が生成。 |
| 2 (本発明例2) | 軸先端をマスクし、スパッタ蒸着により軸先端から1mm以下の表面にC単体の膜を約1.5μm被覆。 |
| 3 (本発明例3) | 前処理無し(炭素膜被覆後No.2と同一処理)。 |
| 4 (比較例1) | 前処理無し。 |

【0015】次に、これら4種類のミニチュアドリルを用い、プリント基板の穴明け試験を行なった。このとき、被削材として厚み1.5mmのエポキシ樹脂製基板(4層板、Cu厚み:内層70μm、外層18μm)を3枚重ねにした合板を用い、エントリーボードとして厚さ0.25mmのAl板を使用した。また、加工条件は回転数75万rpm、送り速度3mm/minとした。その結果、表2に示す様に、No.1及びNo.2では折損がなく、加工精度も良好であったのに対し、No.4ではドリルが早期に折損した。No.4において折損後の状態を調べた結果、折損は切り屑、特にアルミニウムと銅の溝

部への詰まりが原因であり、No.1、No.2との差異は切り屑の排出性の違いであると推察された。尚、No.1及びNo.2のドリルでは、0.2万穴加工後の時点で既に軸先端から約2mm以下の炭素膜は消失しており、前処理によって生成された物質(表1)のみが露出していた。また、No.3では折損に対する効果が認められたものの、No.1、No.2に比べて劣っていた。これは炭素膜の剥離に伴って、その上層に生成した物質(表1)も消失したためであると推察される。

【0016】

【表2】

| No. | 加工後の工具状況またはスルーホール評価 |
|-----------|---|
| 1 (本発明例1) | 20万穴折損無し。スミアなし。面粗さR _{max} 3μm以下。 |
| 2 (本発明例2) | 17万穴折損無し。スミアなし。面粗さR _{max} 3μm以下。 |
| 3 (本発明例3) | 9万穴折損無し。約10万穴加工後折損。 |
| 4 (比較例1) | 約0.1万穴加工後折損。 |

【0017】実施例2

K種超硬合金(バインダ成分:Co, Cr₂C₃, V₂C)を母材とするφ0.45mm、軸長6mmのミニチュアドリルを用い、表3に示す種々の前処理を施した後、炭素膜被覆ドリルを製作した。このとき、炭素膜の被覆はマイクロ波プラズマCVD法で局起したメタン-水素混合ガスをドリルの軸先端部のみに接触させることにより行ない、メタン濃度、ガス圧力及び反応時間はそれぞれ1%, 3.5 Torr及び12時間とした。尚、いずれの場合も炭素膜被覆前にはダイヤモンド砥粒(平均

粒径約0.5μm)を含むエタノール懸濁液中で超音波処理を施した。炭素膜被覆後のSEM並びにラマン分光分析の結果、いずれのドリルの場合も炭素膜の被覆領域は軸先端から約1mmであった。また、軸先端部の膜は結晶性ダイヤモンドから構成されており、レーザーによる軸径測定の結果、被覆膜の膜厚は軸先端部で約9μmであった。

【0018】

【表3】

| No. | 前処理方法及び表面状態 |
|-----------|--|
| 1 (本発明例4) | 切刃部を水素/窒素混合プラズマ中で5分間熱処理(軸先端の温度約1070℃)。軸先端から約2~5mmの軸表面にCoを主成分とし、一部Taを含む約1μmの膜が生成。 |
| 2 (本発明例5) | 軸先端をマスクし、スパッタ蒸着により軸先端から1mm以下の表面にCo単体の膜を約0.9μm被覆。 |
| 3 (本発明例6) | 前処理無し(炭素膜被覆後No.2と同一処理)。 |
| 4 (比較例2) | 前処理無し。 |

【0019】次に、これら4種類のミニチュアダリルを用い、プリント基板の穴明け試験を行なった。このとき、被削材として厚み1.6mmのエポキシ樹脂製基板(両面板、Cu厚み:36μm)を2枚重ねにした合板を用い、エントリーボードとして厚さ0.20mmのA1板を使用した。また、加工条件は回転数8万rpm、送り速度2mm/minとした。その結果、表4に示す様に、No.1~3では折損がなく、加工精度も良好であっ

たのに対し、No.4ではドリルが早期に折損した。No.4において折損後の状態を調べた結果、折損は切り屑、特にアルミニウムと銅の清部への詰まりが原因であり、No.1~3との差異は切り屑の排出性の違いであると推察された。

【0020】

【表4】

| No. | 加工後の工具状況またはスルーホール評価 |
|-----------|--|
| 1 (本発明例4) | 10万穴折損無し。バリなし。面粗さR _{max} 2μm以下。 |
| 2 (本発明例5) | 10万穴折損無し。バリなし。面粗さR _{max} 2μm以下。 |
| 3 (本発明例6) | 10万穴折損無し。バリなし。面粗さR _{max} 2μm以下。 |
| 4 (比較例2) | 約0.02万穴加工後折損。 |

【0021】

【発明の効果】以上述べた如く本発明によれば、硬質炭素膜被覆ドリルの耐折損性を著しく改善し、長期に亘り

優れた切削性能を維持し得るミニチュアダリルを提供することができ、その工業的価値は極めて大きい。